SUR
LA CIRCULATION
DANS LES INSECTES;

PAR M. LEON DUFOUR,

DOCTEUR-MÉDECIN, CORRESPONDANT DE L'INSTITUT.

(*Extrait des Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*; t. XVI, 1.re livraison 1849.)



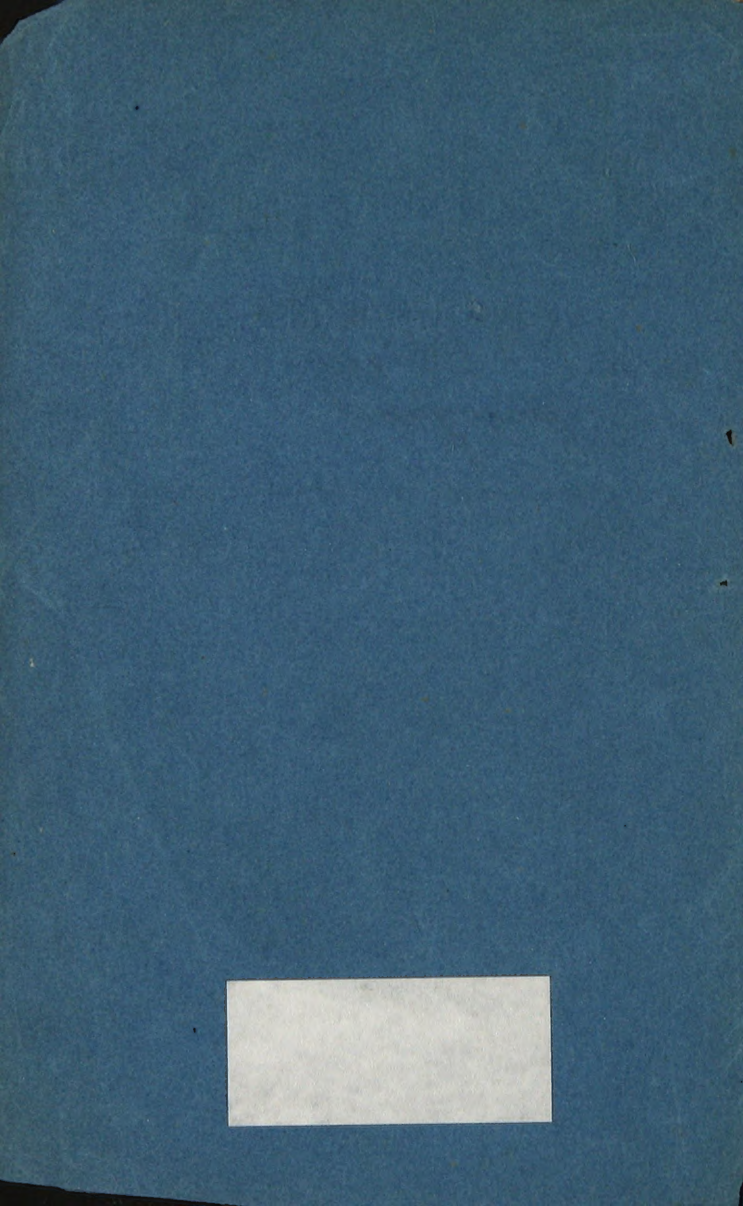
A Bordeaux,

CHEZ TH. LAFARGUE, LIBRAIRE,

Imprimeur de la Société Linnéenne,

RUE PUITS DE BAGNE-CAP, 8.

1849.



A Mr Garanet de la part de l'auteur

Léon D

SUR

LA CIRCULATION

DANS LES INSECTES;

PAR M. LÉON DUFOUR,

DOCTEUR-MÉDECIN, CORRESPONDANT DE L'INSTITUT.

(*Extrait des* ACTES *de la Société Linnéenne de Bordeaux ;* t. XVI, 1.re livraison 1849).



A Bordeaux,

CHEZ TH. LAFARGUE, LIBRAIRE,

Imprimeur de la Société Linnéenne,

RUE PUITS DE BAGNE-CAP, 8.

1849.

SUR

LA CIRCULATION

DANS LES INSECTES;

PAR M. LÉON DUFOUR,

DOCTEUR-MÉDECIN, CORRESPONDANT DE L'INSTITUT (1).

Nimium ne crede colori.
VIRG.

La question de la circulation *vasculaire* dans les insectes, depuis longtemps traduite devant le jury de la science, demeure encore l'éternel sujet d'éternelles controverses, bien que les anatomistes les plus habiles, les savants du plus grand renom se soient engagés dans le débat. Les uns soutiennent qu'elle existe, les autres la nient formellement,

(1) Au commencement de Février dernier, mon savant ami le professeur Duvernoy, présenta en mon nom ce Mémoire à l'Académie qui l'accueillit favorablement et permit qu'il en fût inséré un extrait dans ses comptes-rendus. Si je me décide aujourd'hui à rétablir le texte primitif de mon travail en l'accompagnant de quelques nouvelles réflexions inspirées par une réplique insérée dans ces mêmes comptes-rendus, c'est que pour résoudre une question aussi sérieuse, aussi grave, il m'a paru essentiel de n'omettre aucune circonstance aucun détail propres à l'éclairer.

tous invoquent le témoignage des faits et du raisonnement, chacun a la prétention d'un labeur consciencieux, de n'avoir d'autre but, d'autre intérêt que le triomphe de la vérité, et ce langage répété à satiété, tombe dans la banalité et le discrédit.

Une recrudescence récente sur cette même question est venue lui redonner une palpitante actualité. C'est une publication de M. Émile Blanchard, d'abord insérée en extrait dans les *Comptes-rendus* de l'Académie des Sciences, de Mai 1847, ensuite développée dans les *Annales des sciences naturelles*, cahier de Juin 1848, qui n'a paru qu'en Octobre suivant. Cette publication avait été précédée de celle de M. Verloren, docteur en sciences à Utrecht consignée dans un mémoire couronné en 1844, par l'Académie Royale de Bruxelles. Et comme je suis gravement mis en cause dans le procès, les noms de ces deux auteurs tombent naturellement sous ma plume; qu'ils me permettent donc de les suivre anatomiquement et physiologiquement sur ce terrain glissant, qu'ils me permettent de soumettre à un contrôle sincèrement rigoureux l'esprit et la lettre de leurs écrits.

Je réclame instamment sur ce débat toute l'attention des physiologistes éminents qui siègent dans la savante enceinte de l'Académie. J'en appelle au scalpel indépendant des zoonomistes qui, après avoir sondé ces organismes si admirablement échelonnés depuis la sublime complication de l'homme jusqu'à l'atome animé de la Monade, savent s'élever à l'intelligence de fonctions identiques remplies par des organes très-divers et à celle de la décadence graduelle ou même de la disparition de certains appareils organiques, sans que la vie soit compromise.

M. Blanchard établit quant aux opinions sur la circulation dans les insectes trois catégories représentées par Cuvier, Carus et il me fait l'honneur (que je décline) de me désigner

aussi. Mon titre de disciple de Cuvier n'a jamais engagé mon indépendance d'observateur et d'écrivain ; et, si dans tous mes écrits sur le litige actuel je me suis rangé sous la bannière de ce grand homme, si j'ai cru pouvoir continuer, perpétuer ses idées, c'est que les faits nombreux, révélés à mon scalpel depuis plus d'un quart de siècle m'ont donné cette sincère conviction. Loin de moi la prétention de regarder celle-ci comme synonyme de vérité. Vétéran en entomotomie, ardent, mais de bonne foi, dans mes recherches, je suis loin de me croire à l'abri de l'erreur qui assiége notre espèce ; je peux, comme beaucoup d'autres, m'enivrer d'une illusion, enfant de mes œuvres, mais je suis toujours prêt à l'abjurer d'où que me vienne le rayon de la vérité. Mon culte, ma passion invétérée pour ces insectes dont l'étude est pour moi le *pabulum animi*, me portent naturellement à ambitionner pour eux un système complet de circulation qui leur assigne un poste plus élevé dans la série organique. Mais que dis-je ! je rends graces au Législateur suprême d'avoir réservé exclusivement pour eux le beau privilége d'une circulation vasculaire aérifère d'un poumon universellement ramifié qui appelle au bénéfice de la respiration jusqu'à l'élément le plus impalpable de l'organisme. Les esprits trop préoccupés des conformités d'organisation dans les animaux supérieurs et inférieurs de l'échelle, ne sont pas à l'abri de la séduction. Nous verrons bientôt si je dois m'incliner devant des expérimentations qui ont des résultats différents des miennes.

L'opinion que j'ai émise sur la circulation dans les insectes est loin d'être ma propriété exclusive, c'est celle de Cuvier et voilà pourquoi j'ai décliné l'honneur immérité qu'on me fesait d'associer mon nom à ceux de ce savant et de Carus. Libre à M. Blanchard d'assurer que mon opinion ne fut jamais partagée par d'autres (l. c. p. 363) ; je n'hé-

site point à y rallier Malpighi, Swammerdam, Lyonet et d'autres anatomistes que je revendiquerai plus tard. Tous ont refusé au cœur dorsal des vaisseaux qui pussent autoriser une véritable circulation. La réserve des deux illustres fondateurs de l'anatomie entomologique, Malpighi et Swammerdam, fut telle que dans leurs vénérables écrits sur cette matière, le mot de *circulation* n'est même pas prononcé.

M. Blanchard (p. 364) tombe dans une inadvertance lorsqu'à l'occasion de Cuvier il dit : « selon notre illustre » anatomiste le fluide nourricier n'avait aucun mouvement, » suivant son expression il était en repos ». La même accusation m'a été intentée aussi par cet auteur. J'ai lu, relu vingt fois et je consulte encore actuellement le remarquable mémoire de Cuvier et je déclare que nulle part, il n'a dit que le fluide nourricier était en *repos*, mot que le lecteur aura cru textuel et il ne l'est pas. Cuvier dit positivement que le chyle se *répand* dans toutes les parties du corps; que chaque partie en *attire* les portions qui lui conviennent, etc. (p. 44 et suivantes de son mémoire) (1).

---

(1) Dans sa réplique (Compte-Rendu, Janvier 1849), M. Blanchard a pu faire naître dans l'esprit de l'Académie la pensée que ma citation de Cuvier relative au mouvement du fluide nourricier était ou erronée ou fausse. On n'est point à l'abri du reproche de déloyauté lorsque pour combattre une assertion on tronque ou on mutile les phrases. J'ai dit et je l'affirme encore parce que c'est l'exacte vérité, que dans le *Mémoire de Cuvier sur la nutrition dans les insectes*, il n'est nulle part question du *repos* du fluide nourricier. Voir mon texte.

Voyons si les arguments de M. Blanchard sont eux-mêmes solidement établis. Je reproduis la citation textuelle de Cuvier (Leçons d'anat. comp.) dont M. Blanchard s'étale : « Des naturalistes qui ont » observé au microscope les parties transparentes des insectes n'y » ont vu qu'un liquide en repos qui les baigne de toutes parts ». Et

En me faisant nier tout mouvement du fluide nourricier, M. Blanchard me prête une hérésie physiologique. Peut-on, en effet, concevoir la nutrition sans ce mouvement et ne l'ai-je pas toujours proclamé? Oui j'ai refusé une *circulation* aux insectes, mais dans mes écrits j'ai attaché à ce mot l'acception admise par les physiologistes de tous les temps, et pour ne point prêter à l'équivoque, j'ai eu le soin de lui ajouter l'épithète significative de *vasculaire*. C'est donc contre cette *circulation vasculaire* que je me suis élevé et nullement contre le mouvement du fluide nourricier. J'expo-

---

qu'est-ce à dire? Ces lignes sont-elles l'expression de l'opinion propre de Cuvier? Non. Il n'est là qu'historien. Plus loin, dit M. Blanchard, Cuvier parle encore du sang comme « baignant continuelle- » ment et tranquillement toutes les parties qui doivent y puiser les » molécules qu'elles ont à s'approprier ». Remarquez-le bien, ce mot *tranquillement* dont on prétend faire un argument n'était dans l'esprit de l'Aristote de notre époque, qu'une antithèse de *circulation*. Ah! que M. Blanchard se garde bien de citer ce qui précède et ce qui suit cette phrase amputée, il aurait trop mis en évidence l'opinion négative de Cuvier sur la circulation!

Quant à la prétention de M. Blanchard de combattre par des citations prises dans mes propres ouvrages mes assertions relatives au mouvement du sang, je lui en demande pardon; mais ces citations ne prouvent pas autre chose que ma négation d'un mouvement *circulatoire*. Il eût été plus convenable et plus convenant, ce me semble, que pour apprécier la valeur définitive de mon opinion sur ce point, il eût consulté le dernier ouvrage académique où j'ai traité d'une manière plus spéciale et plus détaillée de la circulation en litige et dans lequel j'ai dû naturellement résumer et modifier les idées émises dans mes précédents écrits, sur cette question toujours flottante. Or, cet ouvrage, antérieur de plusieurs années à celui de M. Blanchard, fait partie du Tome 9.me des *Mémoires des savants étrangers* de l'Académie, 1845. S'il s'était donné la peine d'y jeter les yeux, il y aurait clairement vu ma façon de penser sur le mouvement du sang, il se serait convaincu, que dans l'écrit actuel qu'il combat, j'ai reproduit ces mêmes idées avec plus de développement.

serai plus tard ma manière d'envisager la nutrition et l'on verra si elle est conforme aux principes d'une saine physiologie.

Si M. Blanchard eût suivi avec plus de soin la succession des idées de Carus touchant la circulation dans les insectes, il aurait su qu'en 1844, ce célèbre anatomiste avait abjuré pour ceux-ci, au moins à l'état parfait, cette circulation qu'il avait préconisée dès 1826, c'est-à-dire pendant vingt-cinq ans; il aurait pareillement su que j'avais pris acte de cette opinion modifiée, de cette sorte de conversion dans le compte-rendu de notre Académie en Juillet 1844; enfin il se serait dispensé de dire dans sa réplique de 1849, que » depuis les observations de Carus, le phénomène de la cir- » culation dans les insectes est devenu pour ainsi dire vul- » gaire et ne prête plus matière à discussion ». Quand on se pose en historien, il faut être scrupuleux pour les faits et pour leur enchaînement. Et d'ailleurs, qu'a de commun la circulation telle que l'entendait Carus avec celle que M. Blanchard s'efforce de faire prévaloir ?

Puisque M. Blanchard semble s'étayer de l'opinion de M. Verloren sur la circulation qui nous occupe, voyons s'il a convenablement apprécié les idées de celui-ci. M. Verloren paraît appartenir à l'ordre des entomotomistes qui dédaignant le scalpel et les ciseaux, se vouent presqu'exclusivement à l'anatomie *par transparence*, c'est-à-dire qu'ils soumettent au foyer du microscope des insectes vivants à téguments plus ou moins diaphanes, de manière qu'ils peuvent voir ou entrevoir quelques organes intérieurs, quelques mouvements. Mais la pellucidité tégumentaire est le plus souvent partielle et ne se rencontre guère que dans les sujets tendres ou récemment éclos, comme par exemple dans les jeunes larves ; et quand ces transparents ne dévoilent qu'une partie du tout qu'on a intérêt à voir, l'esprit impa-

tient s'évertue à deviner le reste. Puis on hasarde des dessins appelés *schématiques*, ce qui veut dire des dessins *imaginés* (sinon *imaginaires*).

M. Verloren qui a attaqué avec des armes peu courtoises ma négation d'une circulation vasculaire a bien constaté un cœur dorsal palpitant, mais il lui a vainement cherché des branches, et parvenu dans la tête, il l'a complètement perdu pour s'abandonner aux courants, aux fluctuations, aux ondes, en s'efforçant de les régulariser. Alors il s'est cru autorisé à destituer sans pitié le cœur multiloculaire de Straus, à révoquer le système vasculaire de Newport et de Bowerbank. Enfin sa logique, peu conséquente à ses prémisses, le ramène à l'opinion de Cuvier qui est la mienne et il s'exprime en ces termes : « Le raisonnement de Cuvier » reste donc vrai. Dans les insectes, le système vasculaire a » été donné à l'air pour qu'il pût se porter dans toutes les » parties du corps et du fluide nourricier, etc. ». Je n'aurais pas moi-même parlé autrement. Et pourquoi donc me combattre ?

M. Blanchard semble étonné que j'aie appelé le vaisseau dorsal ici un *organe*, là un *cordon*. Et qui n'a pas eu occasion de voir dans une longue expérience son opinion se modifier à mesure que les faits qui l'ont fondée se multiplient, ou se diversifient ? Dans mon mémoire académique précité j'ai effectivement désigné sous le nom d'*organe*, le vaisseau dorsal de la sarcophage. Je tiens à justifier la légitimité de cette dénomination. M. Blanchard, au moins s'il accorde quelque confiance à mes travaux, aurait dû être frappé de la structure, de la composition de l'organe dorsal de ce diptère dont le tiers postérieur de la portion abdominale est garni d'une double série latérale et symétrique de sphérules sessiles, rapprochées, subdiaphanes. Comment est-il resté muet devant une structure si essentiellement

différente de celle de tous les autres vaisseaux dorsaux connus? Ne pourrait-on pas croire qu'il n'a pas daigné, ou qu'il n'a pas osé y arrêter son attention et encore moins en signaler l'existence? Dans ce siècle du microscope, qui nous a révélé un sixième sens et un nouveau monde, qu'il permette à un homme qui a la très-longue habitude de la microtomie de déclarer qu'il n'y a là aucune illusion d'optique. C'est un fait matériel dont j'ai vingt fois constaté l'existence dans les diverses morphoses d'un insecte que j'ai à dessein choisi parmi les espèces les plus communes dans toute l'Europe. J'ignore sans doute les attributions physiologiques précises de ces sphérules, mais je les crois peu favorables à la circulation. C'est cette complication de structure qui m'a fait adopter le nom d'*organe*. Que l'on compare cet organe ou ce vaisseau dorsal à celui du *Pentatoma grisea* à celui de la larve du frêlon (*Vespa crabro*) qui est simple, filiforme, d'un même calibre à l'abdomen et au thorax, et on se convaincra combien il est imprudent de s'élever à des généralisations sur un organe dont on a à peine effleuré la forme et la structure dans une classe d'animaux qui compte des espèces si nombreuses et si variées. C'est cette dernière sorte de vaisseau dorsal que j'ai pu appeler *cordon* (1).

---

(3) A l'occasion de mes doutes sur l'existence d'une cavité dans le vaisseau dorsal, que j'ai parfois désigné sous le nom de *cordon*, M. Blanchard s'écrie dans sa réplique : « Il y a deux siècles pourtant, » que Swammerdam (*Histoire générale des insectes*) annonçait avoir » fait passer une injection dans ce prétendu cordon sans cavité inté- » rieure ». Souffrez, M. Blanchard, que je vous oppose l'opinion de Cuvier relative précisément au passage de Swammerdam que vous invoquez. Je laisse le lecteur éclairé et impartial, juge de l'opportunité et de la valeur de votre citation.

» Swammerdam, à la vérité, a dit qu'en insufflant une liqueur

Un autre fait dont M. Blanchard semble aussi ne point tenir compte parce que sans doute il ne se prête point à la doctrine de la circulation et qu'il susciterait quelque embarras physiologique, c'est l'insertion, la fixation du bout antérieur du vaisseau dorsal à l'origine du canal alimentaire. J'affirme encore que ce n'est point là non plus une illusion d'optique. Non-seulement j'ai *très-positivement* constaté ce mode d'insertion dans les trois âges de la sarcophage, mais aussi dans les grandes larves de l'*Aeshna grandis* et de la *Libellula depressa*, dans les *Melolontha vulgaris* et *Cetonia aurata*, dans les *Platystoma umbrareum*, *Odontomya furcata* et *tigrina*, dans le *Sphinx convolvuli*, dans le *Pentatoma grisea*. Et ce qui vient prêter un puissant, un authentique appui au fait de cette fixation, c'est sa confirmation par le célèbre l'*oculatissimus* Lyonet. Dans son livre posthume publié par Dehaan, il dit qu'en disséquant la chrysalide du *Cossus ligniperda*, il s'assura que le bout de ce *prétendu cœur* se fixait à l'œsophage. Mais n'est-

---

» colorée dans celui (vaisseau dorsal) des sauterelles, au moyen d'un » tube de verre filé à la lampe de l'émailleur, on voyait se colorer les » autres parties du corps. L'autorité de cet homme célèbre dont la pa- » tience dans les choses utiles, est mille fois plus étonnante que celle » qu'on admire dans les auteurs tant cités de bagatelles difficiles, » cette autorité suffirait s'il avait répété son assertion dans ses der- » niers mémoires; mais il ne l'a dit qu'en passant, dans son petit et » imparfait ouvrage, qui sous le titre pompeux d'*Histoire générale* » *des insectes*, n'était qu'une espèce de prospectus ou de catalogue de » son cabinet; il ne l'a dit qu'à propos de la sauterelle, dont il ne » donne point l'anatomie; et il n'a rien avancé de semblable dans ces » belles monographies, dont le recueil intercalé par Boërhaave, après » la mort de l'auteur, entre les divers chapitres de cette prétendue » histoire générale, constitue le célèbre ouvrage du *Biblia naturæ* ».

(CUVIER, *Mem. sur la manière dont se fait la nutrit. dans les insectes*, p. 38, [1798]).

il pas bien singulier et en même temps bien significatif que M. Verloren, si amer dans sa critique envers moi et qui n'a pas daigné prendre en considération ce mode d'insertion, malgré l'égide respectable dont je la couvrais, ait lui-même constaté cette *adhérence intime*, pour me servir de son expression, dans la chenille du *Sphinx Ligustri!* Cette vérité ne semble-t-elle pas s'être échappée furtivement de la plume de M. Verloren, pour confirmer à son insu mes assertions et pour venger la science de son silence à mon égard ?

Avant d'aborder la circulation, telle que l'entend M. Blanchard, j'essaierai une classification, un petit cadre statistique des opinions émises sur la circulation dans les insectes, avec les noms des auteurs tant anciens que modernes disposés chronologiquement. Voici ce cadre sauf réclamations :

1.° Vaisseau dorsal sans ouvertures ni divisions bien établies; fluide nourricier épanché et infiltré. *Circulation nulle.*

1. **Malpighi.**
2. **Swammerdam.**
3. **Lyonet.**
4. **Cuvier.**
5. **Duméril.**
6. **Marcel de Serres.**
7. **Tréviranus.**
8. **Léon Dufour.**
9. **Audouin.**
10. **Carus ?**
11. **Muller.**

2.° Vaisseau dorsal percé d'ouvertures latérales et ouvert à son extrémité antérieure : mouvement impulsif. *Circulation de courants.*

1. **Straus.**
2. **Burmeister.**
3. **Duvernoy.**
4. **Verloren.**

3.° Vaisseau dorsal avec un système de vaisseaux plus ou moins complet. *Circulation vasculaire.*

1. **Newport.**
2. **Dugès.**
3. **Brants.**
4. **Bowerbank.**
5. **Blanchard.**
6. **Milne Edwards ?**

Suivant M. Blanchard : « Les trachées sont formées,
» comme on le sait, de deux membranes entre lesquelles
» se trouve interposé un fil solide contourné en spirale.
» Puisque c'est entre les deux membranes que pénètre le
» liquide sanguin, celui-ci se trouve ainsi de toutes parts
» en contact avec l'air contenu dans l'intérieur des trachées.
» L'usage du fil spiral se montre maintenant sous un dou-
» ble rapport, il ne sert pas seulement à donner la résis-
» tance et l'élasticité nécessaires aux tubes aérifères, il sert
» encore à maintenir écartées l'une de l'autre, les deux
» tuniques trachéennes et à les tenir béantes près des ori-
» fices respiratoires pour livrer passage au fluide nourricier.
» La membrane interne seule se continue avec le tégument
» qui borde les stigmates ». (p. 377).

Ces lignes textuelles fidèlement transcrites, sont la substance, l'expression fondamentale de la circulation *inter membranulaire* ou péritrachéenne que M. Blanchard dit exister dans les insectes.

Avant de disséquer ce passage, exposons en peu de mots, dans l'intérêt du lecteur qui n'aurait pas la pratique de ces fines anatomies, la structure intime des trachées au point de vue du fil spiral qui joue ici un si grand rôle. L'expression de *fil contourné en spirale* ne doit point représenter à l'esprit l'image d'un *tire-bouchon;* car dans le fil trachéen, les tours de spire, fort rapprochés entr'eux, et comme contigus, formeraient par leur ensemble, si celui-ci pouvait être isolé, un tuyau, un cylindre creux, comparable à ce qu'on appelle un *élastique de bretelle*. Toutefois, ce fil élastique ne serait pas dans tous les insectes un fil *continu*, car Curtius Sprengel observe que dans les trachées de la *Cétoine dorée*, ce fil est manifestement interrompu (C. Sprengel,

p. 15, pl. 2, fig. 19). Dans la doctrine de M. Blanchard, ce fil serait libre de toute adhérence (1).

---

(1) Je me pique de franchise et de sincérité dans l'exposition de mes idées, comme dans le contrôle des opinions d'autrui, et je ne recule point quand il s'agit de désavouer une erreur démontrée. Dans sa réplique, M. Blanchard, dit : « D'après cet anatomiste (L. Du- » four), j'aurai montré le fil spiral comme libre de toute adhérence, » entre les deux tuniques entre lesquelles il est interposé. Aucun mot, » dans mon mémoire ne justifie cette critique de M. L. Dufour ». J'avoue qu'en citant ce passage de M. Blanchard, transcrit plus haut, j'avais compris que ce fil solide et interposé était libre, et plus d'un lecteur sans doute a pu se laisser aller à cette interprétation. M. Blanchard, nous déclare que cette interprétation est erronée. « Ce » fil, dit-il, adhère particulièrement à la membrane interne». Notez, je vous prie, sinon pour mon entière justification, du moins comme circonstance fort atténuante, que nulle part dans son mémoire, que pour l'acquit de ma conscience, je viens de relire encore, il n'est question de cette adhérence du fil à la membrane interne. Cette adhérence était donc *sous-entendue* par l'auteur. Quoi qu'il en puisse être, je l'accepte. Voyons si l'on concevra mieux l'action de ce fil pour maintenir écartées les deux tuniques dans l'intérêt de la circulation inter-membranulaire. Les tours de spire de ce fil par leur adhérence au tuyau trachéen pressent incessamment celui-ci par leur élasticité et ce tuyau réagit, à son tour, par la présence de l'air respiratoire, qui est un fluide élastique. Jusque-là, je comprends à merveille l'utilité de ces alternatives d'action et de réaction pour l'acte mécanique de la *respiration*, pour la circulation *de l'air*. Maintenant en admettant la doctrine de M. Blanchard, ce fil n'a aucune liaison anatomique, aucune connexion de tissu, avec la tunique extérieure, puisqu'une colonne de sang en circulation est sensée les séparer l'une de l'autre. Comment donc ce fil peut-il remplir la mission physiologique que lui attribue cet auteur? Comment enfin peut-il, dans la condition anatomique que je viens de signaler, tenir écartées les deux membranes constitutives de ces canaux? Vous le voyez, j'arrive forcément à cette conclusion, que tout en agréant, sans réserve aucune, les organes établis et défendus par M. Blanchard, je ne par-

Je ne connais que M. Blanchard qui ait avancé que le fil spiral était simplement interposé entre les deux tuniques de la trachée sans adhérence à l'extérieure. Lyonet dont l'habile, l'intelligent scalpel a sondé tous les replis de la chenille du saule, dont il a fait une célébrité, n'a rien vu de semblable, non plus que Curt. Sprengel qui a traité spécialement et iconographiquement la question des trachées et des stigmates, non plus que Réaumur qui a donné de si intéressants détails sur cette structure dans la larve du *Stratiomys* (Tom. 4, p. 314). Et moi, si familiarisé avec les autopsies et les vivisections des insectes, combien de troncs trachéens de tous les calibres n'ai-je pas dévidés en saisissant et tirant le fil spiral soit dans l'eau soit dans l'air ! Si ce fil était tel que le dit l'auteur que je combats, s'il n'avait aucune adhérence avec la tunique externe, une fois ou autre j'aurais vu une portion quelconque du tube extérieur persister après ce déroulement, et *jamais* cela ne m'est arrivé. Récemment encore, j'ai renouvelé ces tentatives sur deux insectes, puissamment riches en grandes et belles trachées, la Courtilière (*Gryllo-talpa vulgaris*), et les larves-nymphes des Aeshnes. La destruction complète du cylindre trachéen s'effectue *constamment* au fur et à mesure que l'on tire le fil spiral. Ce dévidement est parfaitement comparable à celui qui s'opère en tirant le fil d'un bas tricoté. Ce fil trachéen déroulé soumis au microscope, m'a toujours offert çà et là d'imperceptibles lambeaux membraneux adhérents

---

viens jamais à les voir fonctionner par une physiolologie tant soit peu rationnelle.

J'ai donc, dans un bien de paix, supprimé dans ma publication actuelle, tous les raisonnements qui prennent leur source dans l'isolement du fil spiral, et je fais abnégation entière de ceux exposés à ce sujet dans le compte-rendu de l'Académie.

que Sprengel a aussi représentés. Eh quoi ! le même grossissement optique qui me permet de poursuivre jusque dans ses dernières limites, l'admirable texture des branchies rectales d'une larve d'Aeshne et de mettre dans une parfaite évidence le canevas trachéen primitif et élémentaire de leurs lames les plus exigues, de leurs capillicules les plus déliées, ce même grossissement, ces mêmes yeux, cette même ardeur pour la recherche du vrai, deviendraient impuissants en face de la composition anatomique d'un gros tuyau trachéen comme celui de l'Aeshne ou de la Courtilière ! Je l'avoue, ma défiance de moi-même, ne saurait aller jusqu'à révoquer le témoignage de ma longue pratique des lentilles amplifiantes. Je dirai plus, et mon opinion ne saurait manquer d'être partagée par les physiologistes qui auront bien étudié les trachées et compris leurs fonctions, ce n'est précisément que par l'adhérence du fil spiral aux deux tuniques trachéennes que l'on peut concevoir sa fonction d'élasticité dans l'acte de la respiration.

Voici maintenant une question sur la composition de certaines trachées qui me semble assez embarrassante pour le partisan de la circulation vasculaire intrà-trachéenne. Les trachées se distinguent, comme on sait, en deux ordres : les *tubulaires* ou *élastiques* pourvues du fil spiral, et les *utriculaires* ou *membraneuses* privées de ce même fil. Les unes et les autres sont dans la dépendance du même système vasculaire aérifère ; elles font partie des divisions d'un même tronc trachéen, elles communiquent entre elles et se partagent l'air atmosphérique fourni par le même stigmate. Les trachées tubulaires existent dans tous les insectes ; les utriculaires ne se rencontrent que dans les espèces qui volent, mais non pas dans toutes, et leur nombre ou leur volume est en général proportionné à l'énergie, à l'activité du vol. Les larves n'en ont pas, même celles qui appartiennent aux

insectes ailés qui en ont le plus. Ainsi les trachées utriculaires sont, comme je l'ai dit ailleurs, des organes *volatoires*, de véritables aérostats. Je transcrirai textuellement les seules lignes de M. Blanchard relatives à cette question : « Quand les trachées des insectes deviennent vésiculeuses » leur fil spiral disparaît. Les deux tuniques se rapprochent » l'une de l'autre. Alors on distingue entre elles des canaux » extrêmement nombreux et d'une très-grande finesse qui » les parcourent en tous sens ; mais ils ne m'ont jamais » offert rien de bien régulier » (p. 377).

Comme on le voit, l'auteur tourne la difficulté ou glisse sur elle. Sa dernière phrase, si vague, si décousue est là comme un remplissage ou comme un symptôme d'embarras. Que devient donc le vaisseau circulatoire de M. Blanchard, dans ces ballons sphéroïdaux dont les deux tuniques rapprochées ont perdu le fil élastique si nécessaire à leur écartement ? Hélas qui pourrait le dire ? L'auteur paraît peu soucieux de cette solution.

M. Blanchard prétend (p. 376) que c'est le sang qui donne aux trachées la couleur ou grise ou jaunâtre ou rougeâtre. Erreur ! erreur ! Je me contenterai de citer le fait suivant parmi beaucoup d'autres. Dans la larve-nymphe d'*Aeshna grandis*, sur les trois paires de canaux trachéens latéraux, les supérieurs, dont le calibre est énorme, ont une couleur d'un cuivre pourpré intense, tandis que les intermédiaires et les inférieurs sont d'un blanc nacré pur. Or, ces trois paires de canaux aboutissent toutes aux branchies rectales où s'opère la sécrétion, la fabrication de l'air respirable extrait de l'eau. Il y a plus, c'est que les canaux supérieurs purpurins envoient au rectum des branches excessivement nombreuses lesquelles sont purpurines à leur origine et blanches dans leurs infinies divisions. En supposant, d'après M. Blanchard, que ce riche appareil

trachéen récèle sous sa fine tunique externe, du sang en circulation, celui-ci, il faut bien en convenir, ne saurait changer de couleur dans les divers troncs et les diverses branches, puisqu'ils sont sensés puiser à la même source. Suivant moi, jusqu'à preuve du contraire, c'est exclusivement la tunique trachéenne qui dans notre larve, est le siége de cette couleur. J'ai même trouvé des individus de la même espèce moins adultes où ces troncs purpurins étaient tout aussi nacrés que leurs branches.

En avançant qu'à l'origine des troncs trachéens, c'est-à-dire, près des stigmates, le vaisseau sanguin inter-membranulaire est béant pour donner entrée au sang, M. Blanchard a omis de nous dire comment il a constaté cette bouche béante, et s'il existe là une disposition particulière, une structure spéciale qui, en permettant au liquide d'y pénétrer, lui défende aussi d'en ressortir. En un mot, y aurait-il là une soupape, une valvule? Et quand même il aurait accordé cette valvule, ne serions-nous pas en droit de lui demander un tissu à faculté impulsive pour concevoir la progression du sang? Or, les partisans de la circulation ne nous ont-ils pas constamment répété que dans la tête de l'insecte le sang s'échappe du cœur, lequel cœur n'a aucune continuité avec les vaisseaux circulatoires intrà-trachéens? Ce sang s'épancherait dans les lacunes interviscérales pour être repris par les bouches béantes des susdits vaisseaux. La faculté impulsive du cœur ne saurait donc venir en aide à ces derniers qui sont sans connexions avec lui!

M. Blanchard cherchant à compléter son système de circulation sanguine a imaginé et dit (p. 377), que le sang des vaisseaux intrà-trachéens « est ramené dans le vaisseau » dorsal par des canaux efférents qui s'étendent sous la » paroi supérieure de l'abdomen depuis la base des vais- » seaux trachéens jusqu'aux orifices auriculo-ventriculaires

» du vaisseau dorsal. Ces canaux déjà aperçus par M. New-
» port sont formés presque exclusivement de tissu cellulaire
» aggloméré ; ils ne sont par conséquent que peu ou point
» isolables par la dissection ». Pénétrons-nous bien du sens
de ces paroles.

Cette base des faisceaux trachéens dont l'interprétation m'avait d'abord jeté dans de grandes incertitudes n'est pas autre que la bouche béante des vaisseaux intermembranulaires (p. 382); ce qui est loin de dilucider la question physiologique. Ces canaux efférents (ou afférents) qui rapporteraient du sang *veineux* au cœur, auraient donc la même origine que les vaisseaux inter-membranulaires auxquels M. Blanchard donne un sang *artérialisé* (l. c.) : pesez bien, je vous prie, la valeur de ces mots. Mais outre que cet auteur ne nous fait pas connaître les dispositions *anatomiques* de cette double origine, il témoigne assez de son hésitation à l'encontre du tribut circulatoire respectif de ces canaux et de ces vaisseaux (l. c.), pour que nous n'insistions plus sur cette sorte d'incompatibilité organique.

Les embarras physiologiques se pressent de toutes parts lorsque le scalpel n'a pas nettement établi les faits matériels, lorsqu'on se laisse aller à l'entraînement, à la séduction de l'anatomie par transparence ! Quoi, ces canaux efférents *peu* ou *point isolables* et formés, dites-vous, d'un tissu cellulaire *aggloméré*, s'étendraient néanmoins jusqu'aux orifices auriculo-ventriculaires du cœur ! Et quel serait donc, je vous le demande, leur mode de connexion avec ces orifices ? Comment leur transmettent-ils le sang? Si cette transmission est réelle, il doit y avoir continuité de tissu de ces canaux efférens avec ces orifices ! Or, vous avez dit et vous êtes d'accord sur ce point avec tous les entomotomistes tant anciens que modernes, sans m'en exclure, que « le
» vaisseau dorsal ne présente point de branches dans son

» trajet » (p. 374). Vous tombez donc dans une contradiction flagrante avec vous-même, puisque vos canaux efférents s'abouchent au vaisseau dorsal par les orifices latéraux de celui-ci et doivent être, par conséquent, en nombre égal à ces derniers! Faut-il dire toute ma pensée sur ce point litigieux? Je ne sais, mais il me semble que la conviction de M. Blanchard sur l'existence de ces canaux efférents, lui a été plutôt inspirée par sa foi dans l'autorité du savant anatomiste anglais M. Newport dont il s'étaie, que démontrée par son propre scalpel.

Que M. Blanchard veuille bien nous apprendre encore par quelles voies, dans les insectes *privés de stigmates*, le sang s'introduit dans le vaisseau intermembranulaire, puisque d'après lui les bouches béantes de celui-ci sont placées à la partie interne de ces orifices respiratoires? Or, il sait, aussi bien que moi, que ces insectes sans stigmates sont les larves aquatiques à *branchies*. Celles des *Aeshnes* et des *Libellules* ont ces branchies dans les parois internes du rectum où elles offrent la plus élégante symétrie. Celles des *Agrions*, des *Éphémères*, des *Phryganes*, du *Sialis*, des *Stratiomes*, des *Éphydres* sont externes, tantôt sous la forme de lames assez larges, tantôt sous celle de pinceaux, de houppes, de scies ou de lamelles. Et quelle bonne fortune vient encore tout récemment s'offrir à mes regards surpris! Depuis le célèbre De Géer personne, que je sache, n'avait observé directement cette singulière chenille aquatique de l'*Hydrocampa stratiotella*, qui lui a inspiré un si intéressant mémoire. Et bien, cette chenille en apparence velue quoique constamment immergée, a en même temps des *branchies* piliformes et des *stigmates!* Je ne cite là que les larves dans lesquelles j'ai moi-même porté le scalpel et qui seront sous peu le sujet d'une publication spéciale. Toutes ces larves ont une richesse prodigieuse de trachées et de tuyaux aéri-

fères qui, dans les Aeshnes surtout, l'emportent en calibre sur ceux de tous les autres insectes. En un mot, ces larves ont une somme considérable de respiration. Leurs branchies, qui offrent avec celles des poissons une si admirable, si piquante analogie, extraient l'air de l'eau au moyen de lamelles et de capillicules d'une finesse qui surpasse tout ce que l'on peut imaginer et dont cependant mes lentilles microscopiques m'ont démontré la si merveilleuse disposition. Comment donc, je le répète, les vaisseaux sanguins de M. Blanchard puisent-ils, dans ces larves sans stigmates ou à stigmates coexistants avec des branchies, le liquide nourricier si abondamment épanché dans les cavités splanchniques pour le livrer à la circulation? L'objection me semble des plus graves. En présence des grands lacs nourriciers, en présence d'une façon de cœur dont les connexions avec le système vasculaire sanguin sont si mal établies, je ne vois, en admettant la doctrine de l'auteur précité, aucun moyen d'échapper à l'impossibilité d'une solution physiologique rationnelle.

M. Blanchard a directement injecté le vaisseau dorsal d'un insecte *vivant* en pratiquant une ouverture dans l'une de ses chambres postérieures (p. 573). J'admets et j'admire le fait. L'habile expérimentateur ne nous dit point si cette plaie au cœur, si cette transfusion d'une solution délétère de bleu de Prusse ont entraîné la mort soudaine de l'animal. Si celle-ci n'avait pas lieu, ce que je ne présume pourtant pas, quelle importance physiologique pourrrait-on accorder à cet agent central de la circulation?

Et puisque j'ai abordé la question de la valeur vitale de ce cœur, je rappellerai que dans mon mémoire académique, dont l'extrait seul a subi la critique de M. Blanchard, j'ai rapporté les expériences de M. Marcel de Serres qui prouvent que l'on peut déchirer, extirper le vaisseau dorsal sans

entraîner la mort. Récemment, j'ai pris une larve-nymphe d'Aeshne d'environ 6 cent. de longueur, et dont le vaisseau dorsal offrait distinctement à l'œil nu ces alternatives sub-isochrones de contraction et de dilatation si hasardeusement décorées des noms de *systole* et de *diastole*. J'ai fait à ce cœur palpitant trois sections transversales, complètes en trois endroits différents et dans le même instant. Eh bien cette même larve a continué de vivre sous mes yeux dans l'eau et avec son agilité des semaines entières. Je livre au lecteur physiologiste ce fait, afin qu'il en déduise l'appréciation vitale de cet organe.

En poussant une injection bleue par une lacune abdominale, M. Blanchard a rempli le cœur, demeuré *intact*, par la voie des canaux efférents dorsaux (p. 377 et suiv.). Qu'on y réfléchisse un peu sérieusement et l'on se convaincra de quelles difficultés s'accompagne la constatation de ce double fait. Je suis loin de le nier quoique de nombreuses injections ne m'aient jamais rendu témoin d'un semblable résultat. Mais j'ai le droit d'exiger qu'il soit rationnellement possible, et pour le revêtir de ce caractère, la tâche est plus que difficile. M. Blanchard adopte, et célèbre le vaisseau dorsal de M. Straus avec sa portion cardiaque et sa portion aortique, avec ses ouvertures, ses chambres et toute sa structure. Mais quand il s'agit de faire fonctionner ce cœur adoptif, il le complique de canaux efférents dont M. Straus n'a pas dit un mot, en sorte que la physiologie de ces deux partisans de la circulation est totalement dissemblable.

Je me suis déjà expliqué sur les connexions anatomiques de ces canaux avec les orifices cardiaques : je n'y reviendrai pas. Comment ceux-ci, que M. Straus dit munis de valvules propres à permettre l'entrée du sang et à empêcher sa sortie, peuvent-ils fonctionner à l'abord du liquide injecté, si

celui-ci n'a pas éteint le principe vital ? Comment la sensibilité de ces ouvertures si adaptée, dans l'état normal, à l'impression du sang vivant et circulant, s'accommoderait-elle du contact brusque d'un liquide inerte, irritant et délétère ? Et si l'animal a été mortellement asphixié, comment ces soupapes qui ne peuvent plus jouer à cause de la perte de leur ressort vital, se prêtent-elles à l'introduction du liquide injecté et s'opposent-elles à sa rétrocession ?

Et qu'on n'arguë point d'une circulation vasculaire par la présence des globules du sang soit dans le corps même des trachées, soit dans les fibres du vaisseau dorsal, soit dans les appendices les plus déliés (p. 376). L'objection ne saurait être sérieuse. En effet, est-il nécessaire de répéter que tous ces tissus organiques ou plongent dans la grande piscine nourricière, ou sont en contact de toutes parts, avec les éléments nutritifs et réparateurs, avec le sang épanché ou infiltré ? N'avez-vous pas toujours dit que dans la tête de l'insecte, le cœur laisse échapper le sang qui s'épanche dans les lacunes splanchniques, que de ces lacunes il se porte aux vaisseaux circulatoires par les bouches péristigmatiques et au vaisseau dorsal par les canaux efférents ? Ce liquide est donc sang partout, et quel miracle qu'il soit partout composé de globules sanguins !

Jusqu'ici, comme on a pu s'en convaincre, j'ai accepté, toutefois à bénéfice d'inventaire, l'appareil circulatoire de M. Blanchard, son cœur et ses vaisseaux tels qu'il nous les a donnés. Ma critique s'est principalement exercée sur le mode des fonctions, sur les résultats des expérimentations, sur la manière de les interpréter ; elle a été presqu'exclusivement physiologique. C'est avec les propres armes de l'auteur que je l'ai combattu.

J'exposerai maintenant des faits qui sont miens et des

raisonnements inspirés par eux, en mettant les uns et les autres en regard de ceux de mon savant adversaire.

Suivant M. Blanchard « on n'a pas eu recours au procédé » des injections colorées, ou, si on y a eu recours, on n'a » pas réussi à en tirer parti » (p. 372). Et comment en traçant ces mots n'a-t-il pas reculé devant la protestation des grandes ombres de Swammerdam et de Cuvier? Ces deux illustres anatomistes ont mis en usage les injections colorées, et s'ils n'ont pas vu comme M. Blanchard, à qui la faute?

Sans infirmer les assertions de ce dernier insvestigateur, je puis aussi parler des injections que j'ai pratiquées à l'aide d'instruments semblables aux siens et avec une solution térébenthinée de bleu de Prusse analogue à celle qu'il a employée. Serait-ce donc uniquement parce que j'aurais moins d'habileté que lui dans ces expérimentations, que nous n'aurions pas vu les choses du même œil? Quoi qu'il en puisse être, quand j'ai injecté le liquide coloré dans la grande lacune abdominale d'un insecte vivant, je n'ai pas manqué d'obtenir le plus souvent des arborisations bleues, mais, je l'avoue, toujours partielles. Quelle qu'ait été ma persévérance à multiplier les injections, je n'ai jamais été assez heureux pour voir en même temps le vaisseau dorsal et les grands canaux trachéens latéraux colorés en bleu, ainsi que l'affirme M. Blanchard.

Déjà cent fois dans des préparations entomotomiques demeurées quelque temps en macération dans l'eau, j'avais vu disparaître la couleur nacrée resplendissante des trachées après le départ de l'air contenu, et j'avais positivement constaté que l'eau remplissait ces canaux. Ceux-ci étaient alors pellucides, beaucoup moins élastiques sous la pince. A des yeux peu pratiques ou prévenus ils pouvaient et ils ont pu en imposer pour des vaisseaux sanguins, surtout dans leurs fines ramifications où les fils spiraux sont peu sensibles si

même ils y existent, surtout encore dans ces canaux dorsaux d'une assez grande ténuité qui flanquent à droite et à gauche le vaisseau dorsal dans plusieurs insectes, et que dans cet état d'infiltration, on aura pu prendre pour les canaux efférents. Quiconque a l'habitude des dissections d'insectes sait qu'il n'est pas d'organe, pas de membrane, pas de tissu que ne pénètrent les ramuscules infinis des trachées, en sorte qu'il est rare de ne pas blesser une ou plusieurs de ces trachéoles lorsqu'on introduit dans les cavités du corps l'instrument le plus délié, l'injection la plus inoffensive. Or, la conséquence de ces blessures est d'abord l'exhalation par ces dernières de l'air en continuelle circulation, puis l'infiltration du liquide ambiant dans ces ramuscules et de là dans leurs troncs successifs lorsque l'air s'en est dégagé. Y a-t-il là rien qui ne soit conforme aux lois organiques et physiques? Ainsi s'expliquent dans ma manière de voir les arborisations partielles bleues que j'ai si fréquemment obtenues par les injections.

M. Blanchard dit (p. 375) qu'en examinant les trachées injectées en bleu, il a vu s'échapper de leur intérieur non du liquide mais de l'air, et qu'en tirant le fil spiral, il s'est assuré alors que le liquide coloré s'est écoulé, d'où il conclut que celui-ci était placé dans la périphérie du vaisseau aérifère. Sa conclusion eût été plus probante, s'il avait constaté qu'après le dévidement du fil spiral, la tunique extérieure à laquelle il dit que ce fil n'adhère point, avait survécu, était demeurée saillante et exserte. Son silence donne au contraire plus de valeur à ce que j'ai dit sur ce point à l'occasion de la structure intime des trachées et de l'infiltration aqueuse.

Celle-ci, dans mes innombrables dissections, était devenue pour moi un fait positif qui dès longtemps m'avait tenu en garde contre les assertions des partisans de la circula-

tion vasculaire. Comme je pensais que cette infiltration cadavérique pouvait s'opérer non-seulement par les branches déchirées ou rompues des trachées, mais aussi par les stigmates eux-mêmes immergés et rendus béants par la mort, j'eus l'idée de l'essayer par ces orifices respiratoires seuls. En conséquence, en Novembre dernier, je pris pour sujet de mes expérimentations l'insecte le plus haut placé peut-être dans cet ordre des articulés par son organisation viscérale, puisqu'il est le seul qui possède un foie circonscrit muni d'un canal hépatique commun, je veux parler du *Taupe grillon* ou *Courtilière.* Je l'asphixiai par l'éthérisation sans le blesser en aucune façon et je le laissai ainsi pendant plusieurs heures afin de donner à l'air des trachées le temps de s'exhaler par les stigmates. Je le plongeai ensuite dans la solution bleue où il demeura quatre heures; puis je procédai à la nécropsie.

Je trouvai un certain nombre de troncs et de branches des trachées injectés de bleu. Il était clair que cette couleur avait pénétré dans ces trachées par les stigmates restés béants par le fait de la mort et voilà tout. Rien, du reste, dans cette expérimentation fort simple qui pût infirmer la circulation péritrachéenne de M. Blanchard, puisque d'après ce savant, les bouches béantes de ses vaisseaux sanguins sont indépendantes de la membrane intérieure qui constitue le tube aérifère et que cette membrane seule entoure immédiatement le stigmate tégumentaire et fait corps avec lui.

Dans ma pratique des injections bleues j'avais eu bien des occasions d'accuser d'infidélité ce moyen. Je m'étais convaincu que le bleu de Prusse était en simple suspension dans l'essence de térébenthine et quand le mélange restait en repos, on voyait le prussiate gagner le fond du vase et l'essence reprendre sa limpidité. J'ai donc cherché une matière colorante soluble dans l'eau commune, par conséquent

plus facile à injecter et je l'ai trouvée ; c'est l'encre de la Chine.

Je continuai à l'aide de cette dernière, mes injections. Il s'agissait de faire pénétrer sans le secours de l'injection lacunaire le liquide dans le vaisseau circulatoire de M. Blanchard. Voici l'expérience que je tentai. Je pris une grande Courtilière éthérisée à mort depuis la veille. J'enlevai tous les stigmates d'un côté de l'abdomen seulement en pratiquant avec de fins ciseaux une incision circulaire au tégument qui est le siége de ces ostioles pneumatiques. J'espérais par cette ablation ou conserver les bouches béantes du vaisseau circulatoire ou, en tranchant le corps même du tronc trachéen qui récèle ce dernier, mettre celui-ci à même de se pénétrer du liquide coloré. Pour objet de comparaison, les stigmates du côté opposé demeurèrent dans leur intégrité : je l'y laissai cinq heures. Voici ce que la dissection m'a démontré.

1.° Du côté où les stigmates existaient, les troncs naissants de ceux-ci et leurs premières branches étaient parfaitement noirs ; mais cette couleur s'arrêtait court à l'endroit où les trachéoles remplies encore d'air conservaient un brillant nacré.

2.° Du côté de l'ablation des stigmates, les choses se sont passées autrement. Quelques troncs trachéens étaient incolores ou diaphanes, les autres au lieu d'être *noirs* comme dans l'expérience précédente, avaient une *teinte enfumée ;* mais dans les premiers comme dans les seconds, cette teinte s'arrêtait brusquement, ainsi que du côté opposé, là où les trachéoles argentées témoignaient de la présence intérieure de l'air.

Soumettons maintenant ce double ou ce triple fait à une explication rationnelle.

Vous le voyez, à la mort de l'insecte les troncs trachéens

s'abouchant aux stigmates expirent l'air qu'ils contenaient et l'encre remplace celui-ci, ainsi que le prouvent la première expérience avec du bleu et la moitié de la seconde avec l'encre.

Rappellons qu'en excisant le tégument stigmatifère, j'ai dû inévitablement couper le tronc trachéen primordial; mais cette excision n'a pas pu s'opérer simultanément; j'ai dû la répéter autant de fois qu'il y avait de stigmates, par conséquent huit fois : ce qui a exigé quelques minutes. Les premiers troncs coupés se sont complètement imbibés du fluide nourrricier épanché dans l'abdomen et n'ont pu admettre plus tard l'encre soit à cause de la différence de densité des deux liquides, soit parce que la coupure du tronc s'est fermée après la réplétion de celui-ci. Je m'explique ainsi le fait des troncs incolores.

Quant aux troncs enfumés, ils n'ont vraisemblablement cette teinte que par l'infiltration d'un mélange du fluide nourricier avec la solution d'encre. On comprend que dans ce cas, ce mélange est inévitable tandis que du côté des stigmates intacts, il est impossible.

Il y a ici dans les troncs noirs comme dans les troncs enfumés, un fait qui leur est commun et qu'il importe dans la question de la circulation de mettre en relief, c'est l'impénétrabilité ou l'imperméabilité des trachéoles aérifères par le liquide coloré. Ce fait quoique simple et en apparence insignifiant est loin de l'être à mes yeux.

Du côté des stigmates intacts, l'encre pénétrant par ces orifices extérieurs dans des canaux vides, car l'expiration en avait chassé l'air, rien de plus naturel que de voir l'infiltration noire s'arrêter aux trachéoles distendues par l'air; c'est là de l'hydraulique toute pure.

Du côté des stigmates excisés n'y a-t-il pas lieu de croire, en supposant l'existence des vaisseaux sanguins de M. Blan-

chard si facilement pénétrables suivant lui, qu'une partie au moins de l'encre aurait dû s'infiltrer dans ces vaisseaux ? Or, comme ceux-ci occupent, toujours d'après cet auteur, l'intervalle qui sépare le canal aérifère de la tunique extérieure, le liquide, n'ayant aucun obstacle à éprouver de la présence immédiate de l'air, aurait dû pénétrer d'autant mieux dans les fines ramifications vasculaires, qu'il était favorisé par les lois de la capillarité. Qu'on veuille bien se pénétrer de ce raisonnement ! Dans l'idée de cette infiltration inter-membranulaire, je prévoyais bien que la nuance devait être encore plus pâle que la teinte enfumée des troncs. J'ai donc apporté dans cette exploration, le soin le plus scrupuleux et cependant je n'ai pas trouvé la moindre différence entre le nacré des trachéoles du côté des stigmates intacts, et celui des trachéoles du côté des stigmates excisés. Ce fait négatif, minime en apparence, a pourtant sa valeur physiologique. Il témoigne à mes yeux d'abord de la présence de l'encre dans le véritable canal aérifère et puis de la présence de l'air dans les divisions de ce canal d'où l'encre n'a pas pu le déloger.

Il m'est arrivé *plusieurs fois* d'injecter soit avec le bleu, soit avec l'encre des courtilières de manière à remplir, à distendre l'abdomen et le thorax sans qu'une seule trachée, le moindre rameau aient été pénétrés par le liquide coloré. Or, les individus injectés à l'encre ont, malgré cette hydropisie artificielle, survécu plus d'une heure. Ce défaut de coloration des trachées tient probablement à ce que l'introduction de la canule dans la lacune abdominale a eu lieu sans blesser ni trachées, ni trachéoles de quelqu'importance. Si pourtant les vaisseaux circulatoires de M. Blanchard existaient, comment leurs bouches béantes respectées dans cette injection, n'auraient-elles pas aspiré le liquide coloré dans un orthoptère si riche en belles trachées ? J'en-

tends d'ici M. Blanchard se retrancher derrière le peu de valeur des faits négatifs pour infirmer des faits positifs. Je ne saurais admettre la rigueur de cette sentence.

Et de ce qu'un fait est donné comme positif, s'en suit-il qu'on ne puisse pas lui contester ce caractère ; est-il donc déclaré inébranlable et inattaquable ? Quand l'établissement de ce fait est le résultat de l'expérimentation et du raisonnement, ne peut-on pas le combattre par l'épreuve des mêmes moyens ? Dans le cas actuel, l'absence d'infiltration vasculaire dans des conditions favorables à son effectuation a néanmoins, quoique fait *négatif* sa portée physiologique ! Ce même fait négatif ne confirme-t-il pas puissamment le fait *positif* des infiltrations colorées partielles dont j'ai parlé plus haut et qui s'expliquent par la rupture ou le déchirement de trachées ou de trachéoles ?

Faut-il le dire sans détour ? ces arborisations bleues ou noires, tant partielles que plus ou moins générales, ont dans mon esprit peu de signification physiologique quant à la circulation vasculaire. Ce sont des *images* qui peuvent halluciner des yeux prévenus, complaisants ou peu compétents. Elles justifient l'hémistiche du poète latin que j'ai pris pour épigraphe.

Les orthodoxes de la circulation vasculaire dans les insectes n'ont pas, je crois, convenablement apprécié cette prodigalité de trachées, ce luxe, cette somptuosité de canaux aérifères dont les divisions infinies, semblables à celles des vaisseaux sanguins des animaux supérieurs vont insinuer partout le fluide respiratoire. L'insecte est sous ce rapport un poumon universalisé. C'est là, sans contredit, le trait anatomique le plus caractéristique de ce groupe transitionnel des articulés. Les partisans de la circulation ont tous, sans doute, lu le célèbre mémoire de Cuvier, mais l'ont-ils bien médité ? La providence, aussi sublime que

conséquente dans ses œuvres, n'a étalé sur et dans tous les tissus ces resplendissantes broderies trachéennes qu'avec la mission toute vitale de faire jouir du bénéfice de l'air le liquide nourricier partout épanché, partout infiltré. Voilà une vérité qui saute aux yeux de quiconque a l'habitude de porter le scalpel dans les entrailles des insectes; mais je crois qu'on l'a mal interprétée. Si le génie créateur eût voulu accorder aux insectes un cœur et des vaisseaux sanguins, pourquoi ne les aurait-il pas dotés en même temps d'un organe respiratoire circonscrit destiné à l'oxygénation du sang? Comment n'aurait-il pas été conséquent à lui-même lorsqu'il a organisé les choses ainsi dans les arachnides qui ne précèdent que d'un degré les insectes dans l'échelle zoologique?

Ces mêmes orthodoxes ont trop isolé leur sujet; ils ont méconnu ou mal apprécié la filiation organique qui existe entre les insectes et les animaux qui les dévancent dans la série. S'ils avaient consulté la marche si savamment graduée des créations; s'ils s'étaient mis sous les yeux cet admirable enchaînement des faits anatomiques, ils seraient arrivés par le plus simple, le plus naturel des raisonnements, la plus logique des inductions à refuser aux insectes une véritable circulation. Cette opinion négative se serait fondée, indépendamment de l'absence d'organes circulatoires bien conditionnés, soit sur la circulation moitié vasculaire, moitié lacuneuse des mollusques établie d'abord par Cuvier, plus généralisée ensuite par M. Milne Edwards, soit sur celle des crustacés, animaux intéressants dans la question par leur position classique entre les mollusques qu'ils suivent et les insectes dont ils ne sont séparés que par les Arachnides. Ils auraient retrouvé dans ces crustacés, une interruption manifeste dans leur appareil vasculaire, mise en évidence par les belles recherches d'Audouin et de M.

Milne Edwards. Ces faits si éminemment significatifs, les auraient amenés à comprendre toute la portée de ce passage de Cuvier où il disait à l'occasion du liquide nourricier épanché dans l'abdomen de l'Aplisie par le fait de l'interruption vasculaire : « Cette vaste communication est sans » doute un premier acheminement à celle bien plus vaste » encore que la nature a établie dans les insectes où il n'y » a pas même de vaisseaux particuliers pour le fluide nour- » ricier ». L'Aristote de notre époque s'exprimait ainsi, en 1817 (Ann. du Mus., tom. 2 , p 13) , tout juste vingt ans après le mémoire où il avait nié la circulation dans les insectes et plusieurs années après la première publication de ses leçons d'anatomie comparée par MM. Duméril et Duvernoy. Treize ans plus tard, en 1830, lorsque j'eus l'honneur de soumettre à Cuvier mes recherches anatomiques sur les hémiptères, son opinion sur cette circulation n'avait pas été ébranlée par les nouveaux systèmes.

Ces idées d'un si profond anatomiste, d'un si vaste cerveau, ces paroles , ces dates ont à mes yeux une immense valeur d'actualité. Mais qu'on le sache bien, je ne suis point de ceux qui jurent *in verbo magistri.* Mon scalpel a formé mon opinion, mon scalpel la défend.

Deux faits anatomiques aussi importants que positifs et incontestés, dominent toute la question de circulation dans les insectes : ce sont le système vasculaire trachéen ou aérifère et l'épanchement dans les cavités et les insterstices du corps du fluide nourricier ou sang ou chyle , comme vous voudrez l'appeler. Les partisans de la circulation en ont-ils tous calculé , pesé la valeur, ont-ils tous bien compris l'origine et la destination de ce fluide nourricier ? C'est de ces faits que doivent découler les conséquences physiologiques, c'est là le nœud du problème que depuis Cuvier on s'efforce

de compliquer. Essayons donc encore une fois d'exposer en termes clairs et concis la nutrition des insectes.

J'ai toujours pensé, j'ai toujours dit que par l'acte digestif, le fluide nourricier se formait dans cette portion du canal alimentaire, que ses hautes fonctions m'ont fait désigner, depuis plus de vingt-cinq ans, sous le nom de *ventricule chylifique.* Ce ventricule physiologiquement comparable à l'*intestin grêle* des grands animaux est séparé, comme dans ceux-ci, de l'*estomac* (jabot ou gésier), par une *valvule pylorique,* et de l'intestin *stercoral* par une autre valvule analogue à l'*ileo cæcale.* Le chyle, à la formation duquel concourt puissamment la combinaison de la bile, s'élabore par une chimie organique ou vitale; puis il sort à travers les parvis de l'organe, non par une *transsudation* qui exprime mal un acte présidé par la vie, mais par une légitime *perspiration.* Cette rosée, c'est l'expression de Cuvier, ne s'exhale point par des pores mécaniques et inertes comparables aux trous d'un crible, mais par des ostioles animés, doués de propriétés vitales exquises, d'une sensibilité intelligente et *électrice* qui les fait s'ouvrir ou se fermer suivant les exigences de l'organisme. Telle est la véritable, la seule source de ce fluide nourricier épanché dans les cavités splanchniques.

Les lois tant physiques qu'organiques concourent, ou ensemble ou séparément, à la fluctuation, aux oscillations, à l'impulsion, à la progression aux *courants*, si l'on veut, du liquide réparateur. Ainsi, la contractilité active des viscères, celle surtout des parois tégumentaires doublées de nombreux muscles peaussiers, les *pulsations* de l'organe dorsal, le déplacement des grands canaux aérifères durant l'acte respiratoire, les changements de niveau déterminés par l'attitude du corps pendant le repos ou lors de la locomotion, les lois de la capillarité, enfin certaines affinités ou

attractions moléculaires mises en jeu pour l'assimilation; toutes ces conditions, tous ces agents sont propres à déterminer, à entretenir, à activer les mouvements généraux ou partiels du liquide nourricier. Celui-ci oxygéné, complètement vitalisé par l'air que les brillantes arborisations trachéennes partout épanouies lui distillent, *s'incorpore* aux organes, aux tissus, suivant l'expression de Dugès. Voilà ma physiologie sur ce point.

Tous les faits, tous les raisonnements exposés dans cet écrit, me ramènent avec une sincère conviction à cette idée inscrite dans mes précédentes publications que la nature, qu'on ne surprend jamais en défaut, a pu, a voulu maintenir l'existence des insectes sans le secours d'un appareil de vaisseaux sanguins, comme elle a voulu que dans le Puceron, la digestion s'opérât sans vaisseaux hépatiques, comme elle a décidé qu'une seule fécondation suffisait pour plusieurs générations de ce dernier insecte. Je le répète donc, l'organe appelé *vaisseau dorsal* est le cœur des Arachnides, déchu d'une véritable fonction circulatoire, un *vestige de cœur.* Est-il besoin de dire que les *organes vestigiaires* se rencontrent de toutes parts dans la chaîne zoologique? Leur seule nomenclature remplirait de nombreuses pages. Ils sont les représentants rudimentaires ou fragmentaires plus ou moins infonctionnels d'organes qui, dans les embranchements supérieurs ou simplement dans la différence des sexes ou même dans certaines phases d'un même organisme, jouissent d'attributions physiologiques importantes. La nature semble les avoir conservés, maintenus comme des jallons dans l'immensité des successions organiques pour nous mettre sur la voie des analogies ou des transitions.

Si je ne me nourris pas d'une illusion, et j'ai fait de bonne foi tous mes efforts pour l'éviter, je crois avoir réfuté, le scalpel à la main et le microscope à l'œil, les argu-

ments et les objections relatifs à la circulation vasculaire dans les insectes. Si c'est un parti pris de répéter imperturbablement que cette circulation ne saurait être révoquée en doute et que je suis le seul à la nier, quoique j'aie fait connaître mes nombreux complices, je ne sais plus à quelles armes recourir, à quels raisonnements me livrer. J'ai confiance dans un avenir moins préoccupé.

Que l'appareil circulatoire proposé par M. Blanchard se prête à l'exercice rationnel de sa fonction, et il pourra ébranler ma foi dans mes propres observations, je cesserai d'être un mécréant, mais jusqu'alors ma conscience me dit de ne pas croire et je proteste.

NOTE ADDITIONNELLE.

Depuis la remise de mon manuscrit à l'imprimeur, deux publications qui contestent l'existence de la circulation péritrachéenne de M. Blanchard, sont venues confirmer ma négation de ce mode de circulation. Elles ont paru dans les Comptes-rendus de l'Académie des Sciences en 1849; l'une de M. Nicolet dans un cahier d'Avril, l'autre de M. Félix Dujardin, à la fin de Mai.

M. Nicolet, se bornant malheureusement aux explorations par transparence sur des larves plus ou moins pellucides, s'est exercé sur la petite larve du *Cyphon pallidus*. La portion cardiaque du vaisseau dorsal serait pyriforme et présenterait en arrière deux valvules concaves superposées pour le passage du sang. La portion aortique qui, dans toutes mes autopsies, occupe constamment le thorax, prendrait dans cette larve son origine vers le sixième segment dorsal de l'abdomen. Ce serait donc là une disposition exceptionnelle. Je ne la conteste point et j'en laisse toute la

responsabilité à son auteur. M. Nicolet refuse à ce vaisseau dorsal les chambres préconisées par M. Straus-Durkein dans le hanneton, et admises, ou plutôt subies, par d'autres anatomistes. Il explique la circulation ou du moins le trajet du sang dans le vaisseau dorsal par un mécanisme de torsion qui ne me paraît pas aussi simple qu'à lui, j'avoue même que je ne le comprends guère. Cet auteur s'élève contre mon opinion, qui envisage ce vaisseau comme un organe déchu d'une véritable fonction circulatoire. Observez bien que je n'ai jamais nié les mouvements alternatifs de contraction et de dilatation de cet organe ; c'est là un fait patent à tous les yeux ; mais je n'ai point accordé à ces mouvements la signification physiologique que lui donnent beaucoup d'auteurs et je ne saurais encore rétracter la dénomination de *vestige de cœur*, par laquelle je l'ai désigné. Il serait oiseux de justifier ici une opinion que je crois avoir suffisamment étayée dans le mémoire qui précède cette note. Suivant M. Nicolet, le sang après avoir reçu l'impulsion du vaisseau dorsal, s'épanche tout simplement dans les cavités splanchniques. Voilà tout son système de circulation. Il repousse explicitement l'appareil circulatoire péritrachéen de M. Blanchard, et son existence lui semblerait contraire au phénomène de l'oxygénation. Quant à la question physiologique de la nutrition, il rentrerait dans les idées de Cuvier, conséquemment dans les miennes.

M. Dujardin, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes, scrutateur consciencieux et savant fort habile dans le maniement du microscope, a étudié avec une rare sagacité la structure intime des trachées. C'était là dans la question de la circulation inter-membranulaire de M. Blanchard, le point anatomique fondamental à éclairer. M. Dujardin n'admet, avec Sprengel et d'autres auteurs antérieurs à ce dernier, que deux tuniques dans les tubes

trachéens, l'une externe, l'autre interne, mais ces tuniques loin d'être séparées par un espace libre, sont étroitement contigües et connexées. Il nie formellement l'existence d'une cavité intermembranulaire. Ainsi, voilà du premier coup, j'allais dire la *théorie*, mais j'écris la *doctrine* de M. Blanchard, si haut proclamée, complètement ruinée. Suivant le Professeur de Rennes, le fil spiral n'est point intermédiaire aux tuniques; il ne consisterait qu'en des plis épaissis de la membrane interne. Swammerdam aussi poursuivant la comparaison de ces tubes aérifères avec la trachée artère des grands animaux, les considérait ainsi. Sans infirmer cette structure, qui n'est point explicitement admise par Réaumur, Sprengel, etc., j'observerai que la facilité avec laquelle ce fil se déroule, se dévide *intégralement* entraînant après lui des lambeaux membraneux lui fait supposer une texture serrée comme tendineuse ou cornée, ainsi que le dit M. Dujardin, et évidemment très-élastique, texture qui n'existe point dans la membrane dont il ne serait pourtant que l'enroulement, le pli transversal. Mais ce pli est continu dans toute la longueur du tube et incontestablement spiral, de manière à représenter dans son état normal, ainsi que je l'ai déjà dit, un élastique de bretelle. — Un fait aussi curieux qu'intéressant par les inductions qu'on en peut tirer et dont la découverte appartient exclusivement à M. Dujardin, c'est que ces fils spiraux ou ces plis internes présentent dans diverses espèces d'insectes, si heureusement disséqués par ce savant microtomiste, des poils simples ou rameux, très-analogues à ceux qui se développent sur les surfaces tégumentaires de ces articulés. Déjà les stigmates ou orifices extérieurs de ces trachées m'ont offert, ainsi qu'à Malpighi, à Lyonet, à Sprengel, d'élégants spécimens de semblables villosités.

Ainsi, je ne désespère point de voir l'opinion des ento-

motomistes armés du scapel et d'un microscope intelligent, mais affranchis de préventions, se rattacher en définitive à la doctrine négative de Cuvier sur la circulation vasculaire dans les insectes, doctrine dont j'ai depuis si longtemps embrassé la défense. Il n'est pas difficile de prévoir que par un *mezzo-termine*, l'amour-propre de l'opposition laissera quelque temps flotter ses idées dans les courants, sans canaux, du fluide nourricier ou du sang. Peut-on s'empêcher de convenir que, même avec cette concession, ce n'est là qu'un simulacre de circulation, une circulation *vestigiaire*, une circulation *invasculaire?*

Post-Scriptum.

C'est pendant la correction des épreuves de mon actuelle publication, que m'est arrivé le *Compte-rendu* de l'Académie des Sciences du 18 Juin 1849, où M. Blanchard descend encore dans l'arène de la circulation vasculaire des insectes pour croiser le fer avec le professeur Dujardin et moi, sans avoir l'air de tenir compte des observations de M. Nicolet, insérées pourtant dans le même recueil.

Loin d'aborder mes objections nombreuses et graves contre son appareil circulatoire, loin de soumettre à un contrôle sérieux, les faits anatomiques et les inductions physiologiques qu'on lui oppose, M. Blanchard ne saurait démordre de son vaisseau inter-membranulaire ; il trouve plus commode de guerroyer en tirailleur pour se retrancher, en définitive, derrière son infaillibilité. Faut-il donc lui redire que son appareil circulatoire, accepté conditionnellement par moi, se refuse net à fonctionner lorsqu'on le met rationnellement à l'œuvre ? Mais non, ses entrailles paternelles s'émeuvent et l'entraînent irrésistiblement à protéger, à défendre l'enfant de ses œuvres ! Quoi, M. Blanchard dans ce dernier écrit, vient nous dire sentencieusement que les trachées remplies d'air ne sauraient admettre le liquide injecté, etc., etc. Et qui donc s'est jamais avisé de contester une telle simplicité ? — Et comment cet auteur réussit-il à couper dans un insecte, injecté à sa façon, une trachée pleine d'air, sans que celui-ci s'en exhale ? Et dans l'affaissement des parois de la trachée, comment constater que c'est dans l'intervalle des deux tuniques, c'est-à-dire dans son vaisseau sanguin qu'est logé le liquide coloré ? Il prétend que si celui-ci se trouvait emprisonné dans le canal aéri-

fère, ainsi que je l'ai constaté cent fois, il devrait ressortir par les stigmates. Mais, si M. Blanchard avait daigné me lire avec un peu d'attention, il se serait convaincu que dans mes expériences, j'ai incontestablement prouvé, qu'après la mort de l'insecte par une éthérisation prolongée, le liquide peut s'introduire par les stigmates seulement, et qu'il peut aussi ressortir par ceux-ci. Quant aux rigoles latérales, que cet auteur dit exister à son vaisseau intermembranulaire lors de l'affaissement des parois trachéennes, M. Dujardin les explique par le dépôt du liquide coloré dans les fines rainures qui séparent à la face interne des trachées les tours du fil spiral. Ce sont-là, il faut en convenir, de ces subtiles constatations où l'œil et l'esprit peuvent bien prendre le change. — Que penser de cette assertion de M. Blanchard qui, après avoir habilement percé le cœur à un insecte vivant, cœur regardé comme un organe central d'impulsion circulatoire, après y avoir injecté une liqueur délétère, vient nous dire que les seuls mouvements de l'insecte poussent cette liqueur dans les vaisseaux sanguins !!!...

Les bornes d'une note tracée un peu à la hâte, me commandent d'arrêter ma plume et j'en appelle, pour d'autres réfutations, à mon mémoire.

Observations. — Je terminais ces lignes lorsque les professeur Dujardin et Joly, dont j'avais provoqué, sollicité le scalpel pour me venir en assistance dans la grave et difficile question en litige, m'ont transmis quelques documents épistolaires à ce sujet. L'un et l'autre de ces habiles observateurs nient formellement l'existence du vaisseau intermembranulaire de M. Blanchard, et je supplie qu'on repousse bien loin l'idée qu'il pourrait y avoir de leur part la moindre concession d'amitié. Ainsi que moi, ils ont pour la science cet amour, ce respect qui lui défendent de l'offenser.

Je ne reviendrai pas sur l'opinion de M. Félix Dujardin relative à la structure des trachées ; opinion qu'il maintient de nouveau dans une note insérée dans le compte-rendu de l'Institut du 9 du présent mois de Juillet, à la suite de son savant mémoire sur le prétendu système nerveux des Tænia. Je me contente de faire mes réserves sur ce qui concerne le fil spiral des trachées.

Est-il besoin de dire que M. Joly, de la Faculté des Sciences de Toulouse, est un savant haut placé par de nombreuses publications et qu'il offre les plus positives garanties par son habitude des re-

cherches anatomiques les plus subtiles? M. Joly a étudié la composition intime des trachées sur un grand nombre d'espèces d'insectes et surtout dans la larve de l'*Hydrophilus piceus* où ces canaux sont énormes. Il a confirmé l'opinion généralement accréditée qu'il n'y existe que deux membranes, mais celles-ci sont contigües et organiquement adhérentes. — Il n'existe pas d'espace intermembranulaire.—Et quand bien même ce dernier existerait, la grosseur proportionnelle des globules sanguins ne leur permettrait pas d'y circuler.—Dans des injections bleues pratiquées sur des espèces ou vivantes ou mortes, il a positivement constaté dans l'intérieur des trachées, la présence du liquide bleu et par une pression modérée, il l'en a vu sortir. — Ce liquide s'arrête lorsque l'air inclus lui fait obstacle.— Après la sortie du liquide par la pression, la trachée demeure ou incolore ou avec une légère teinte bleue. Dans ce dernier cas, les lois de la capillarité déterminent l'insinuation, l'infiltration du liquide dans les fines rainures des tours du fil spiral. — Dans de semblables injections l'endosmose et la capillarité jouent un grand rôle. — Cet ingénieux expérimentateur a plongé une *Nepe cendrée* vivante dans le liquide bleu de manière à y faire immerger son tube respiratoire caudal; il a obtenu un système trachéen injecté. — Il est aussi parvenu à ce dernier résultat dans la *Sauterelle verte* en déposant une gouttelette du liquide bleu sur les stigmates.—J'explique le succès de ces injections par l'expiration préalable de l'air contenu dans les trachées. — M. Joly a plongé dans le liquide bleu une larve vivante d'*Aeshna* en laissant émergée l'ouverture de la branchie rectale. A l'autopsie, il n'a trouvé aucune trace d'injection trachéenne. Cette expérience confirme mes observations sur l'absence de stigmates en activité de service dans ces larves. — Ce professeur est parvenu à injecter complètement les trachées d'une cuisse postérieure de la *Sauterelle verte* en tenant simplement la base de ce membre plongée dans la solution du prussiate.

Ainsi de toutes parts, vous le voyez, la circulation intermembranulaire de M. Blanchard éprouve des répulsions, reçoit de formelles dénégations.

Saint-Sever (Landes), 26 Juillet 1849.

Léon DUFOUR.

Bordeaux. — Imprimerie de Th. Lafargue, libraire.